

Análise dos níveis de degradação da floresta através da utilização do NDVI e de dados de área de insolação

Rocky Heliprio Lopes Santos¹
Daniel Carlos dos Santos Machado¹
Carla Bernadete Madureira Cruz¹
Vinicius da Silva Seabra¹
Elton Simões Gonçalves¹

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
Depto. de Geografia – Grupo de Sensoriamento Remoto ESPAÇO
Ilha do Fundão, prédio CCMN, bl I, s/ 12 – CEP 21941-590 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil
{rheliprio, daniel.carlos.machado, carlamad, vinigeo} @gmail.com

Abstract. This study is the result of continuation research line by ESPAÇO Laboratory, locate in geography department in UFRJ (Rio de Janeiro Federal University). The area that has been studied is São João catchments, situated in oceanic region in Rio de Janeiro, Brazil. The most popular vegetation index is the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). However, NDVI sensitivity is reduced over dense canopies, which may constrain its usage in dense tropical forests. The objective of this work was to produce vegetation index images in two periods. The dry one in August, and the humid one in January, the goal is to analyze the behavior of the seasonality of forest fragments. We initiate the study with the production of images NDVI of each period, and later, we create statistical parameters for each one of these generated index. These parameters are mean, standard deviation and range of two periods of means. To improve the study, generate, also, two maps of sunshine to look at how the light intensity and duration of sunlight in the region may influence the search. It is expected therefore that such material information may assist the development of possible territorial planning based conservationist, once such a systematic approach to behavioral change vegetation in different times.

Palavras-chave: remote sensing, vegetation index, forest fragments, sensoriamento remoto, índice de vegetação, fragmentos florestais.

1. Introdução

O presente trabalho faz parte de uma linha de pesquisa do laboratório Espaço da UFRJ que enfoca a bacia hidrográfica do São João, numa abordagem ambiental, na qual se investiga a diferenciação da cobertura vegetal através do comportamento espectral dos fragmentos florestais.

A iniciativa do trabalho se deu pela grande importância de se preservar a Mata Atlântica. Tal bioma é, atualmente, considerado o mais ameaçado devido ao seu estado crítico – nele se concentra cerca de 70% da população brasileira. Distribuído ao longo de mais de 23° de latitude (abrangendo 15 estados brasileiros das regiões sul, sudeste, centro-oeste e nordeste). Este é composto por uma série de fitofisionomias bastante diversificadas, determinadas pela proximidade da costa, relevo, tipos de solo e regimes pluviométricos. Essas características foram responsáveis pela evolução de um rico complexo biótico. Apesar da devastação acentuada, a Mata Atlântica ainda contém uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, com altíssimos níveis de endemismo. É também abrigo para várias populações tradicionais e garante o abastecimento de água para mais de 120 milhões de brasileiros. Seus remanescentes regulam o fluxo dos mananciais hídricos, asseguram a fertilidade do solo, controlam o clima, protegem escarpas e encostas das serras, além de preservar um patrimônio histórico e cultural imenso (MMA 1998).

Considerando-se desta forma, a importância que a Mata Atlântica representa, este trabalho se justifica pela necessidade de se realizar estudos que objetivem a análise e o mapeamento da

vegetação nos seus diferentes estágios sucessionais através das técnicas de sensoriamento remoto, cuja complexidade se configura como um desafio metodológico.

Os objetivos do presente trabalho são: analisar os níveis de degradação ambiental em fragmentos de áreas florestadas; realizar a aplicação de cálculos estatísticos na identificação de padrões caracterizadores do comportamento dos fragmentos florestais; gerar o mapeamento da bacia a partir de estudos em imagens referidas aos períodos úmido (10 de janeiro de 2005) e seco (20 de agosto de 2007) obtidas pelo sensor TM do satélite LANDSAT 5, de modo a contribuir para questões relacionadas à estacionalidade; entender como as imagens índice de vegetação podem contribuir para o entendimento da “qualidade” ambiental, buscando-se a correlação com a quantidade de biomassa verde, biodiversidade e estacionalidade dos fragmentos florestais da mata atlântica no contexto do recorte espacial adotado.

Para o presente trabalho buscou-se realizar a aplicação do mais popular índice de vegetação, que apresenta grande sensibilidade à resposta espectral da vegetação, o NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*. Ele calcula a diferença entre os valores refletidos da banda do infravermelho próximo e da banda do vermelho, normalizada pela soma dos mesmos valores. Este índice está associado a parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, como biomassa e índice de área foliar. PONZONI (2007).

Os resultados obtidos numa mesma imagem são contidos em uma escala de valores reais, que variam entre -1 e 1.

A seguir se encontra a expressão que representa o índice (Equação 1):

$$\text{NDVI} = \frac{\text{IVP} - \text{vermelho}}{\text{IVP} + \text{vermelho}}$$

IVP = infravermelho próximo

No sensor TM do satélite LANDSAT 5, a banda 3 representa o comprimento de onda do visível-vermelho e a banda 4 o do infravermelho próximo.

2. Localização e Caracterização da área de estudo

A área de estudo escolhida para análise localiza-se na Região Centro Leste do Estado do Rio de Janeiro e possui 150 km de extensão e uma área total aproximada de 2.160 Km². Na bacia do Rio São João (figura 1) são encontrados cinco ecossistemas associados à Mata Atlântica (restinga, meio lacustre, floresta densa, mata ciliar e mangue) apesar da floresta ombrófila densa ser o de maior expressão espacial. IBAMA (2008).

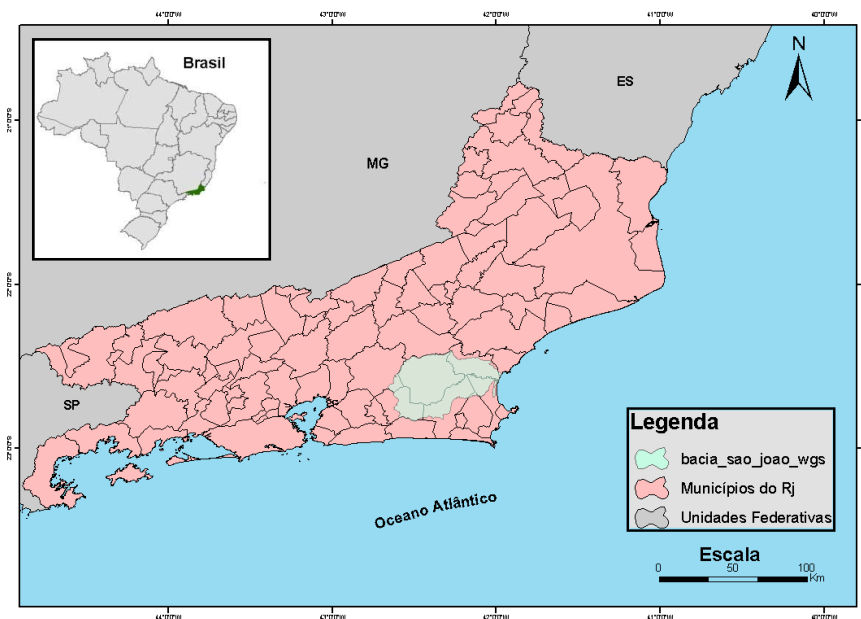


Figura 1: Localização da área de estudo. Fonte: REIS, 2008

A região é marcada por um clima tropical, caracterizado pela diferenciação entre os períodos úmido e seco ao longo do ano. É identificado na área um relevo marcado pela presença de serras escarpadas ao norte e a oeste da bacia e planícies fluviais e costeiras na região a jusante.

3. Metodologia

A metodologia utilizada partiu da aquisição das imagens do sensor LANDSAT 5 TM para os dois períodos sazonais: uma de 10 de janeiro de 2005 e outra de 20 de agosto de 2007, ambas obtidas através do site da Divisão de Geração de Imagens do INPE (www.dgi.inpe.br). As datas das imagens não são referenciadas a um mesmo ano por causa da dificuldade de obtenção de cenas sem nuvens para o período úmido, o que obrigou a escolha de uma imagem mais antiga.

Após a aquisição das imagens, partiu-se para o processamento digital (PDI). O primeiro passo foi o registro das imagens através do software Spring 4.3.3, tendo-se como referência a cena mais recente, que se encontrava corrigida através de pontos de controle obtidos em campo, com precisão de 50m. Ainda no PDI, as imagens foram exportadas para o software IDRISI 15.0 *Andes Edition*, a fim de que se pudesse realizar a aplicação do índice de vegetação (NDVI) e se obtivesse a geração das imagens com os valores desse índice para cada pixel. As imagens NDVI foram convertidas para o formato geotiff para tratamento no sistema ArcGIS 9.3.

Através da aquisição do limite da bacia do São João na escala 1:100.000 do banco de dados do Laboratório Espaço da UFRJ, foi efetuado no ArcMap o recorte da imagem pelo limite da bacia através da ferramenta “*Clip*”.

Outro dado importante utilizado foi o mapa dos fragmentos florestais, extraído do uso e cobertura da terra da área, gerado no âmbito do Zoneamento Ecológico-Econômico do estado do Rio de Janeiro na escala 1:100.000.

O próximo passo do trabalho, que gerou os resultados para análise, foi a aplicação dos cálculos estatísticos dos resultados de NDVI para os fragmentos florestais nas duas imagens, de janeiro de 2005 e agosto de 2007. Os cálculos estatísticos foram realizados através da aplicação de operadores zonais, que possibilitam o cálculo de momentos estatísticos para unidades

poligonais (no caso, os fragmentos). Os cálculos utilizados foram: a média e o desvio-padrão para cada fragmento florestal, além, da amplitude observada através da diferença entre as médias dos dois períodos analisados (úmido menos seco). Para este momento utilizou-se a ferramenta “*Zonal Statistics as Table*” do sub item “*Zonal*” do item “*Spatial Analyst Tools*”.

Após a obtenção dos resultados estatísticos, realizou-se a análise das imagens em conjunto, comparando seus resultados e encerrando assim o primeiro estágio das análises.

Para uma segunda etapa foi necessária a obtenção das imagens com os resultados de radiação solar. O cálculo de área solar para as imagens que representam o período úmido e seco se deu através da ferramenta “*Area Solar Radiation*” do sub item “*Solar Radiation*” do item “*Spatial Analyst Tools*” aonde, através da utilização do MDE do SRTM foram obtidos os valores de irradiação solar nos períodos de 05/01/2005 a 15/01/2005 e 15/08/2007 a 25/08/2007.

Por fim, foi feita a análise dos resultados, comparando os diferentes fatores que cada imagem apresenta.

A figura 2 apresenta o fluxograma de atividades desenvolvidas.

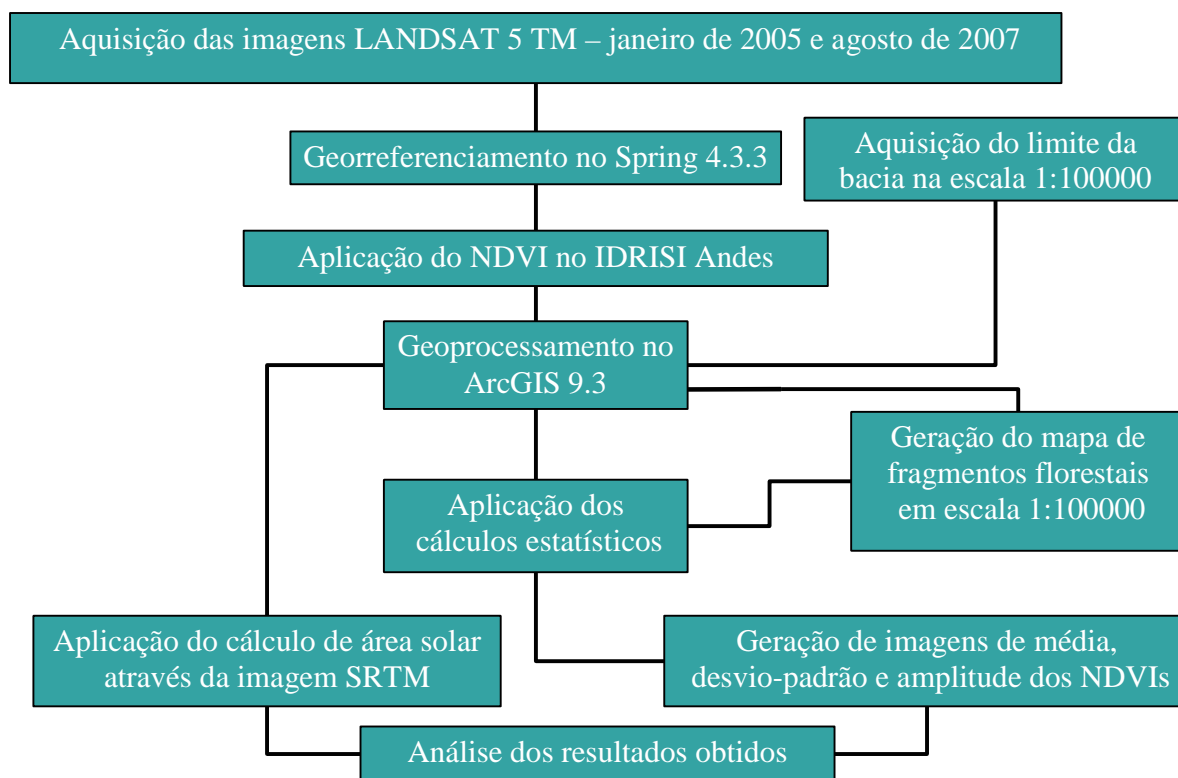


Figura 2: Fluxograma representando a metodologia utilizada.

4. Análise dos resultados e conclusões

4.1. Análise dos cálculos estatísticos

Em primeiro lugar é preciso elucidar que as respostas obtidas através da aplicação do NDVI são indicativas da caracterização do nível de biomassa verde presente no fragmento, ou seja, a quantidade de clorofila detectada. Ao se comparar as imagens de NDVI dos meses de janeiro e agosto, pode-se concluir que os valores de índice de vegetação do primeiro mês são maiores em

relação ao segundo, o que corrobora o resultado esperado de maior vigor da vegetação no período de maior oferta hídrica.

Para assumir os valores de IV dentro de uma mesma área foram utilizados valores médios. Estes valores foram classificados em 5 faixas com o objetivo de se representar os fragmentos em melhores e piores condições (figura 3).

Para saber se os valores médios adotados tinham significância, calculou-se também o desvio-padrão, que indica os quanto os valores de IV se afastam da média dentro de cada fragmento. Logo, quanto menor o valor do desvio-padrão mais representativo é o resultado da média. Além disso, o desvio-padrão proporciona saber quão homogênea ou heterogênea é a vegetação presente nos fragmentos, pois, quanto menor o valor do desvio, mais homogênea é a vegetação presente no fragmento. Os resultados de desvio padrão foram divididos em três classes para mapeamento.

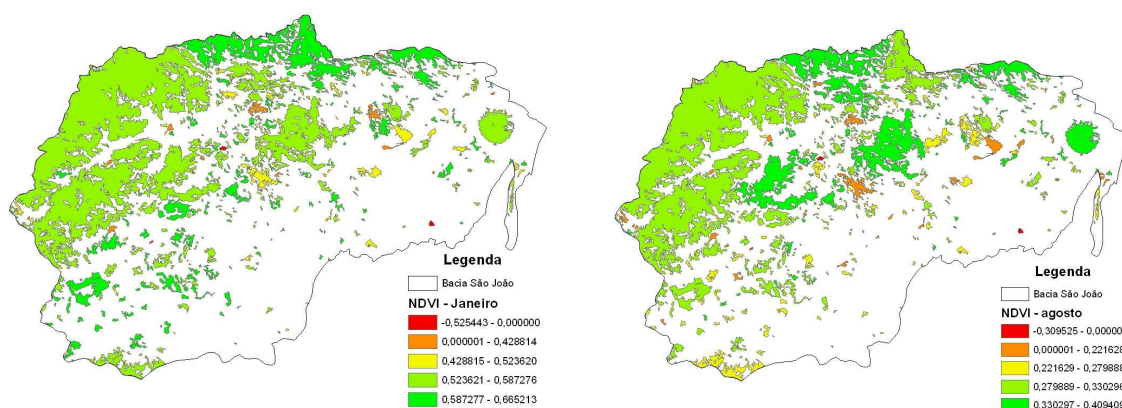


Figura 3: Cálculo da média para os fragmentos florestais divididos por classes, em janeiro e agosto.

Ao analisar os produtos gerados pode-se observar que na maior parte dos fragmentos que compõem a baía, o valor da média é significativo nos dois períodos, já que nessas áreas tem-se baixos valores de desvio padrão, excetuando-se alguns poucos casos localizados em áreas de baixada.

O fator “área do fragmento” é muito representativo, pois, ao se calcular a média dos valores de IV em fragmentos de diferentes áreas leva-se em conta que os maiores vão ter uma generalização muito mais significativa do que os menores, ou seja, nos maiores fragmentos se encontrará a maior diferenciação de fatores que influenciará a formação da vegetação como, por exemplo, a maior diferenciação da insolação em diferentes localidades de um mesmo fragmento, assim como a variação da altitude, a variação das formas do relevo, entre outros.

Neste estudo, os fragmentos com maiores áreas apresentaram resultados elevados dentre a classificação da média de IV, podendo assim concluir que, mesmo que a generalização seja mais significativa nos maiores fragmentos, os menores valores de IV não influenciaram tanto na média. Sobre os fragmentos com menor área, pode-se concluir que estes detêm um comportamento bastante variado.

Outro cálculo aplicado foi o da amplitude entre as respostas das médias de janeiro e de agosto, ou seja, a diferença das médias, cujo significado está relacionado ao quanto que a vegetação varia em consequência das alterações sazonais. Seus resultados foram divididos em cinco classes, dos menores para os maiores valores. Este cálculo foi aplicado no intuito de se

saber o quanto a vegetação apresenta uma diferenciação entre os meses úmidos e secos. É possível interpretar essa diferenciação como estando correlacionada ao grau de estacionalidade dos fragmentos florestais, ou seja, o quanto os fragmentos sofrerão com a baixa oferta hídrica. Na imagem, os fragmentos que se encontram classificados com os menores valores são os que apresentam menor estacionalidade, enquanto os maiores valores indicam o inverso.

Ao gerar o cálculo da amplitude, observou-se que apesar da região se encontrar com sua área florestada muito fragmentada, a maior parte dos fragmentos não apresenta grandes modificações entre o período seco e úmido, tendo-se encontrado poucos resultados com maiores valores de amplitude, ou seja, a região como um todo pode ser considerada com um baixo grau de estacionalidade (figura 4).

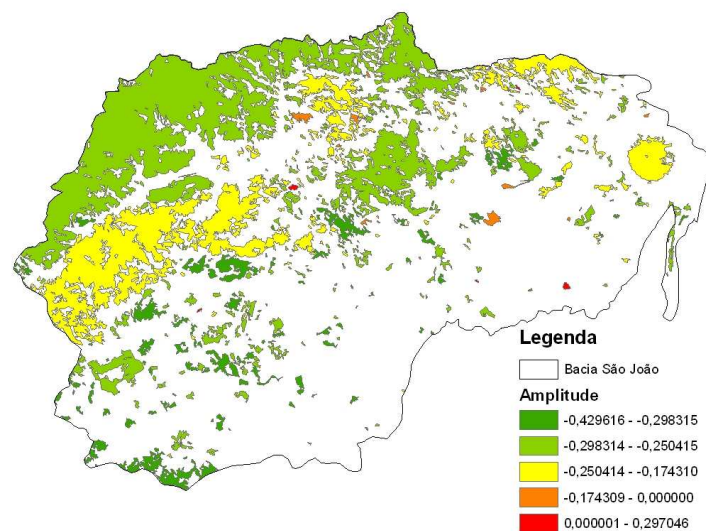


Figura 4: Fragmentos classificados segundo seu grau de estacionalidade.

4.2. Área solar

Para se analisar as respostas de radiação solar, se fez necessário relacionar os valores de área de radiação solar, com a forma do relevo da região, melhor traduzido através da imagem SRTM. Tendo em vista que, as modificações de recepção de luminosidade serão diferenciadas essencialmente pelos acidentes no relevo, se fez indispensável associar esses dois fatores (incidência solar e relevo) para se compreender o aporte de radiação que a vegetação recebe.

Pode-se interpretar que, apesar das escarpas apresentarem os maiores valores de insolação, estas apresentam também os menores valores, só que neste caso, em maior quantidade, devido a irregularidade do relevo com muitos desníveis, o que proporciona ao longo do dia a obstrução da radiação solar. Acredita-se que os fragmentos presentes nas serras do norte e oeste apresentaram menores médias de radiação, em função da forma do relevo, compostos por inúmeros vales, enquanto o fragmento localizado no morro São João (extremo leste na região), que apresenta também consideráveis altitudes, teve um maior valor de insolação em função do seu isolamento. Logo, os valores de radiação não estão diretamente ligados à altitude e sim à forma do relevo. As áreas planas não apresentam grandes desníveis, recebendo iluminação ao longo de todo o dia, sem que nenhum obstáculo cause sombra; por isso, os fragmentos com maiores médias se localizam nas áreas planas (figura 5).

Quanto a sazonalidade, também foi identificada uma diferença no comportamento dos raios solares. Enquanto que no verão, os locais de maior incidência luminosa se encontram na porção a sotavento das encostas, no período úmido este fenômeno será o inverso (a intensidade luminosa responderá na porção barlavento das encostas). Outro dado referente à sazonalidade é a intensidade da radiação solar no período úmido ser maior que a radiação no período seco, dado mais que esperado. Em virtude da mudança do ângulo de incidência solar na superfície da Terra, em alguns locais na área de estudo ocorre o aparecimento de trechos, geralmente de vales escarpados, com presença de menor intensidade luminosa, um exemplo é a serra do Faraó, onde se encontram os menores valores de radiação solar nos dois períodos.

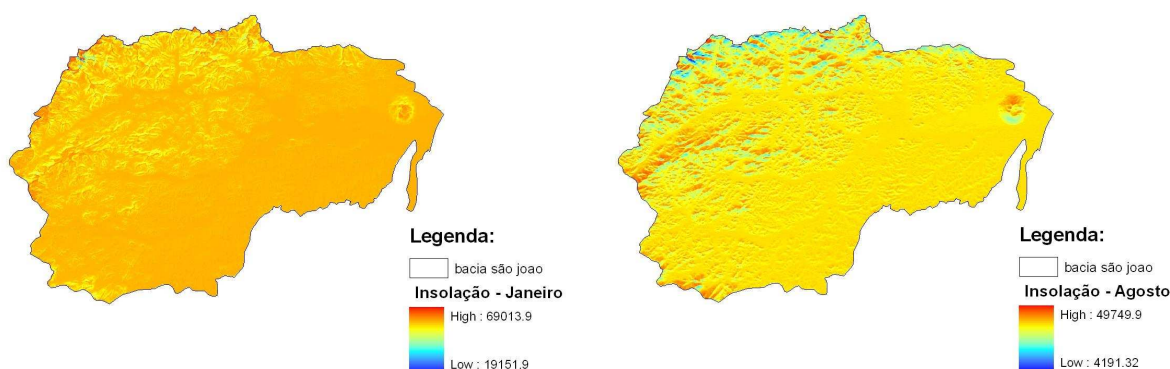


Figura 5: Modelos de insolação nos dois períodos, janeiro (esquerda) e agosto (direita).

Dessa forma, pode-se concluir que o uso do sensoriamento remoto, especificamente para a aplicação do NDVI, é um instrumento a mais para a análise ambiental dos fragmentos florestais; além de que, os dados obtidos pelo uso do NDVI associados aos dados de irradiação solar podem oferecer uma interpretação mais completa acerca do comportamento da vegetação de regiões de florestas tropicais fragmentadas.

Espera-se, assim, que tal material informacional possa auxiliar ao desenvolvimento de possíveis planejamentos territoriais com bases conservacionistas, uma vez tal metodologia busca auxiliar na sistematização da variação do comportamento vegetacional em períodos sazonais distintos.

5. Referências Bibliográficas

- CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO (CILSJ). Disponível em: <http://www.lagossaojoao.org.br/index-cilsj.html>. Acessado em 20/08/2008
- CUNHA, S. B. Impactos Das Obras De Engenharia Na Dinâmica Do Canal E Planície De Inundação Do Rio São João - RJ - Brasil. In: V SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS-IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995. **Anais do V Simpósio Luso Brasileiro de Hidráulica e Recursos Hídricos-IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Vol. 4, p.110-121.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Ecossistemas Brasileiros: Mata Atlântica**. http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/mata_atlantica.htm. Acesso em 21/08/2008.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (1998). **Diretrizes Para A Política de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Mata Atlântica**. Brasília – DF, 26p.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação, São José dos Campos, SP: A. Silva Vieira Ed. p.111-118, 2007

REIS, Rafael Balbi; Mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes (APP) como subsídio à elaboração de estratégias de conservação e recuperação - estudo de caso na APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (RJ). Tese de Mestrado, IGEO/UFRJ 06-16 p. 2008.

RICHTER, Monika; Análise Espacial e Caracterização Cartográfica de Áreas de Proteção Ambiental - o caso de Itatiaia. Tese de Mestrado, IGEO/UFRJ 46 – 52 p., 2004.

RICHTER, Monika ; CRUZ, C. B. M. ; MENEZES, Paulo Márcio Leal de ; VALENTIM, Leonardo Carvalho; MEDEIROS, Danielle Rodrigues . O uso de Produtos de Sensoriamento Remoto como suporte ao Planejamento e Gestão do Parque Nacional de Itatiaia. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 2003, Belo Horizonte, 2003. 162p.